

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
18. August 2005 (18.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/075806 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02D 41/24**,
41/14, 41/34

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050407

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Februar 2005 (01.02.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 006 294.3 9. Februar 2004 (09.02.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **DIETL, Roland**
[DE/DE]; Helfrichstr. 10, 94315 Straubing (DE). **KAST-
NER, Oliver** [DE/DE]; Baronstr. 40, 93093 Donaustauf
(DE). **RABL, Hans-Peter** [DE/DE]; Hallstattstr. 39,
93309 Kelheim (DE).

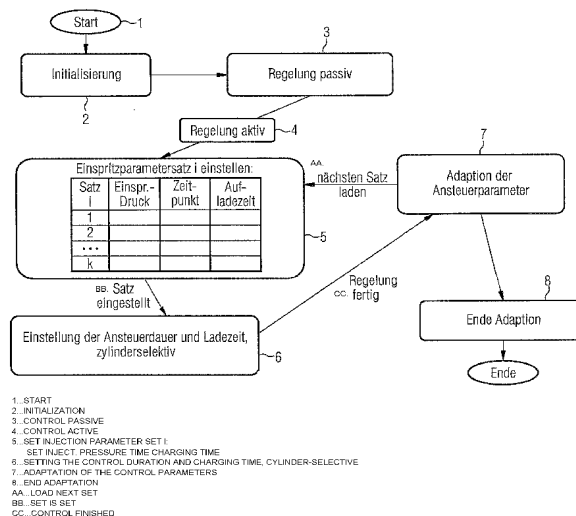
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR EQUALIZING THE DIFFERENCES IN INJECTION QUANTITIES BETWEEN THE CYLINDERS
OF A COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR GLEICHSTELLUNG DER EINSPRITZMENGENUNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN
ZYLINDERN EINER BRENNKRAFTMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to a method for equalizing the differences in injection quantities between the cylinders of a combustion engine during which an adaptation of the differences in injection quantities, of the injection curves and of the hydraulic start of injection is carried out for different operating points of the combustion engine for at least one selected injection parameter. During this adaptation, the dynamics of a selected operating point are limited. The differences in injection quantities are determined for this selected operating point and are learned as adaptation values that are assigned to the respective injection parameter. In order to limit the dynamics, the injection parameter is set so that the selected operating point remains essentially stationary.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gleichstellung der Einspritzmengenunterschiede zwischen den Zylindern einer Brennkraftmaschine, bei dem für verschiedene Betriebspunkte der Brennkraftmaschine für mindestens einen ge-
wählten Ein Spritzparameter eine Adaption der Einspritzmengenunterschiede,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2005/075806 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Einspritzverläufe und des hydraulischen Einspritzbeginns durchgeführt wird. Dabei wird während der Adaption die Dynamik eines ausgewählten Betriebspunktes begrenzt. Für den ausgewählten Betriebspunkt werden die Einspritzmengenunterschiede bestimmt und als Adaptionswerte gelernt, die dem jeweiligen Einspritzparameter zugeordnet werden. Zur Begrenzung der Dynamik wird ferner der Einspritzparameter derart eingestellt, dass der gewählte Betriebspunkt im wesentlichen stationär bleibt.

Beschreibung

Verfahren zur Gleichstellung der Einspritzmengenunterschiede zwischen den Zylindern einer Brennkraftmaschine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gleichstellung der Einspritzmengenunterschiede zwischen den Zylindern einer Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

- 10 Bei einer mehrzylindrigen Brennkraftmaschine ergibt sich bei der Einspritzung von Kraftstoff in die Verbrennungsräume durch Streuungen insbesondere der mechanischen Eigenschaften der Einspritzvorrichtung, beispielsweise der Injektoren für Dieselmotoren mit Common Rail, ein systematischer Fehler.
- 15 Aufgrund von Fertigungstoleranzen der genannten Komponenten (unterschiedliche Leerhübe) werden bei gleicher Ansteuerdauer und gleicher Aktorenergie unterschiedliche Kraftstoffmengen der Verbrennung in den einzelnen Zylindern zugeführt. Die unterschiedlichen Kraftstoffmengen führen zu einer unterschied-
- 20 lichen Leistungsabgabe der einzelnen Zylinder, was neben einer Steigerung der Laufunruhe auch zu einer Erhöhung der Menge an schädlichen Abgaskomponenten führt. Außerdem können Unterschiede im Leerhub Veränderungen im Öffnungsverhalten der Injektoren hervorrufen. Dies äußert sich dadurch, dass der
- 25 hydraulische Einspritzbeginn zwischen den einzelnen Injektoren sowie der Einspritzverlauf verschieden sind.

- Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, dass es erlaubt, den tatsächlichen, einspritzparameterabhängigen systematischen Fehler bezüglich der Einspritzmengen, des hydraulischen Einspritzbeginns und des Einspritzverlaufs im Hinblick auf eine
- 30 Zylindergleichstellung auf einfache Weise zu ermitteln.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung.

Erfindungsgemäß wird das Verfahren zur Gleichstellung der Einspritzmengenunterschiede zwischen den Zylindern einer Brennkraftmaschine für mindestens einen gewählten Einspritzparameter eine Adaption der Einspritzmengenunterschiede durchgeführt. Dabei befindet sich die Brennkraftmaschine in einem ausgewählten Betriebspunkt. Dabei ist darauf zu achten, dass während der Adaption die Dynamik des ausgewählten Betriebspunktes begrenzt wird, da sich ein veränderter Einspritzparameterwert sonst in einer vom Fahrer des Fahrzeugs nicht injizierten Abbremsung oder Beschleunigung, jedenfalls in einen neuen Betriebspunkt, also instationären Bedingungen während der Adaption, äußern würde.

Als nächstes werden die Einspritzmengenunterschiede für den ausgewählten Betriebspunkt bestimmt und als Adaptionswerte gelernt, die dem jeweiligen Einspritzparameterwert zugeordnet werden. Wie oben bereits erwähnt wurde, ist darauf zu achten, dass der gewählte Betriebspunkt im wesentlichen stationär bleibt. Die zweiten bzw. weiteren Einspritzparameter werden hier als Hilfsgrößen derart gesteuert, dass der Fahrer vom Adaptionsprozess nichts bemerkt. Da einige wenige Kolbenhübe zur Adaption ausreichend sind, kann die Motorsteuerung ohne weiteres auch so eingestellt werden, dass der Fahrer die stationären Bedingungen während der kritischen Adaptionsphase nicht, oder nur bei Überschreitung einer Schwelle beim vom Fahrer über das Gas eingeforderten Wunschleistung, aufheben kann.

Vorzugsweise dienen die gelernten Adaptionswerte zur Berechnung von zylinderindividuellen Korrekturfaktoren, mit denen, beispielsweise im Rahmen einer Laufunruheregelung, während
5 des Adaptionsprozesses und dem Fahrbetrieb, ein Ansteuerparameter einer Einspritzvorrichtung der Brennkraftmaschine derart beaufschlagt wird, dass eine Gleichstellung der Einspritzmengen, des hydraulischen Einspritzbeginns und des Einspritzverlaufs erfolgt.

10

Als vorteilhaft hat sich dabei herausgestellt, dass die Einspritzvorrichtung für jeden Zylinder durch einen Injektor mit einem piezoelektrischem Aktor gebildet wird, wobei als Ansteuerparameter die Ansteuerdauer, der Ansteuerzeitpunkt
15 und/oder die Aufladezeitdauer als Ansteuerparameter herangezogen werden. Es kann also insbesondere für verschiedene Werte des Einspritzdruckes eine Adaption des zur Gleichstellung notwendigen Ventilhubes durchgeführt werden.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren eröffnet außerdem die Möglichkeit, dass am zur Adaption eingestellten stationären Betriebspunkt bei gleichgestellten Einspritzmengen aus einem gespeicherten Drehmomentenmodell der Brennkraftmaschine der Absolutwert der zugehörigen Einspritzmenge ermittelt wird.

25 Eine Diagnose des Absolutwertes der Einspritzmenge ist gerade für die Diagnose kleiner Einspritzmengen, die im Bereich von wenigen Milligramm liegen, entscheidend für die Einhaltung der grenzenden Abgasemission.

30 Als vorteilhaft hat es sich erwiesen, den Beginn und die Dauer der Aufladung des piezoelektrischen Aktors derart einzustellen, dass beim erzeugten Aktorsignal (z.B. Nadelanschlag) für jeden Injektor zum selben Kurbelwellenwinkel, bezogen auf

den oberen Druckpunkt des entsprechenden Kolbens der Brennkraftmaschine erfolgen soll.

Dadurch können Einspritzmengenschwankungen und auch Unterschiede beim Einspritzbeginn, welche durch Fertigungstoleranzen (z.B. Leerhub) hervorgerufen werden, mittels des Aktorsignals und einer Verschiebung des Ansteuerzeitpunkts vollständig kompensiert werden. Dies zeigt sich insbesondere bei Vor- oder Nacheinspritzungen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 ein Flussdiagramm zur Durchführung der erfindungsgemäßen Einspritzmengengleichstellung

Figur 2 Ansteuerungssignale und Ventilhübe von zwei Injektoren bei unterschiedlicher Anpassung

In Figur 1 ist nach Start 1 der Einspritzmengengleichstellung im nächsten Schritt eine Initialisierungsphase 2 vorgesehen, in der die in einem früheren Regelungszyklus abgespeicherten Adaptionsdatenwerte in ein (nicht dargestelltes) Motorsteuerungsgerät (ECU) geladen werden. Die Initialisierung eines neuen Regelungszyklus kann sowohl nach jedem Startvorgang der Brennkraftmaschine, als auch nach bestimmten, vorgegebenen Zeit- oder Wartungsintervallen erfolgen.

Nach dem Ende der Initialisierung 2 erfolgt in einem passiven Regelungsschritt 3 die Überprüfung der Aktivierungsbedingungen. Dabei geht es darum, abzuwarten bis bevorzugte Betriebsbedingungen für die Adaption an bestimmte Einspritzparameterwerte erreicht sind. Dazu gehören beispielsweise die Last, die Drehzahl oder die Kühlwassertemperatur. Dabei muss die

Motorsteuerung gegebenenfalls so umgestellt werden, dass bei der nachfolgenden Adaption die Dynamik der zeitlichen Veränderungen des zur Durchführung des Adaptionszyklus ausgesuchten Betriebspunktes begrenzt wird.

5

Sobald die Aktivierungsbedingungen erhöht sind, wird der eigentliche aktive Regelungszyklus 4 gestartet. Mit den dem Motorbetriebszustand zugehörigen Einspritzparameter 5 wird eine Regelung 6 der Ansteuerdauer und Aufladezeitdauer durchgeführt. Als Ergebnis sind die Einspritzmengen der einzelnen Injektoren der Brennkraftmaschine in einem bestimmten Betriebspunkt aneinander angeglichen und die Aktorsignale der verschiedenen Injektoren erfolgen zum selben Zeitpunkt. Ausführliche Angaben dazu, folgen in der Figurenbeschreibung zur Figur 2. Zum anderen ist an dieser Stelle des Ablaufs auch die zusätzliche Auswertungsmöglichkeit gegeben, dass am gewählten Betriebspunkt mit den gegebenen Einspritzparameterwerten auf eine aus dem Drehmomentenmodell bekannte Einspritzmenge geschlossen wird, die gemäß dem erzielten Drehmoment gegeben sein muss.

Danach, im Schritt 7 (Adaption der Ansteuerparameter) werden weitere Einspritzparameter bzw. Einspritzparametersätze i geladen und dafür jeweils die Regelung 6 durchgeführt mit einer Bestimmung der am eingestellten Wert des gewählten Einspritzparameters vorliegenden Einspritzmengenunterschiede bzw. mit der Gleichstellung durch entsprechende Korrekturfaktor für einen Ansteuerparameter. Zur Adaption wird ein geeigneter Ansteuerparameter, wie beispielsweise an den Aktor angelegte Ansteuerdauer und Aufladezeitdauer ausgewählt. Die resultierenden Adaptionswerte werden dem Einspritzparametersatz, also primär dem Einspritzparameter, wie z.B. Einspritzdruck und Einspritzdauer dessen Einfluss auf die Einspritzmengenunter-

schiede festgehalten werden soll, zugeordnet und abgespeichert, damit sie später, beim Fahrbetrieb zur direkten Einspritzmengengleichstellung ohne Regelungszyklus abgerufen werden können. Wenn die Adaption für genügend viele Stützstellen (typischer Weise 5 bis 10), also beispielsweise für alle $i=1$ bis $i=K$ eingestellten Einspritzparameterwerte des Druckes durchgeführt wurde, ist das Ende 8 der Adaption bzw. des laufenden Regelungszyklus erreicht und die gespeicherten Adaptionswerte können im Fahrbetrieb zur Gleichstellung der Einspritzmengen verwendet werden.

Figur 2 zeigt die in Schritt 6 durchgeführte Anpassung der Aktorsignale durch Veränderung der Ansteuerdauer und Aufladedauerdauer. Figuren 2A bis C zeigen im oberen Bereich zwei Ansteuerungssignale zweier Injektoren. Die Ansteuerungssignale wurden zur besseren Darstellbarkeit übereinander abgebildet. Im unteren Bereich sind die Ventilhübe der entsprechenden Injektoren abgebildet.

In Figur 2A werden die Injektoren mit identischen Ansteuerungssignalen angesteuert. Der erste Injektor erhält das Ansteuerungssignal 10 der zweite Injektor das Ansteuerungssignal 11. Jedes Ansteuerungssignal setzt sich aus einem nach oben gerichteten Aufladesignal (dreiecksförmig) $10'$ bzw. $11'$ und einem nach unten gerichteten Entladesignal $10''$ bzw. $11''$ (dreiecksförmig), das bei t_1 anfängt und bei t_2 endet. Wie zu erkennen ist, sind die Aufladedauern von $10'$ und $11'$ und die Entladedauer von $10''$ und $11''$ identisch. Der Zeitraum zwischen dem Ende der Aufladung und dem Anfang der Entladung ist für alle Figuren 2A bis 2C unverändert (Bereich zwischen t_2 und t_3). Aufgrund von Fertigungstoleranzen bewirken die gleichen Ansteuerungssignale 10 und 11 unterschiedliche Ventilhübe bei den Injektoren wie in den Signalen 13 und 14 zu erken-

nen ist. Dabei entspricht der Ventilhub 13 dem ersten Injektor und der Ventilhub 14 dem zweiten Injektor. Beim Erreichen des maximalen Nadelhubs (Nadelanschlag der Düsenadel) erzeugt der Aktor des ersten Injektors ein Aktorsignal S1 zum
5 Zeitpunkt von ca. 1,3 Zeiteinheiten. Der Aktor des zweiten Injektors erzeugt ein Aktorsignal S2 bei ca. 1,4 Zeiteinheiten. Wie zu erkennen ist, wird das Ventil des zweiten Injektors weniger angehoben als das des ersten Injektors, trotz gleicher Ansteuerungssignale. Außerdem wird das Ventil des
10 zweiten Injektors erst zum Zeitpunkt t_2 angehoben, wobei dies beim ersten Injektor schon viel früher erfolgt (t_1). Diese Verzögerung wird durch den größeren Leerhub des zweiten Injektors verursacht.

15 In Figur 2B wird nun das Ansteuerungssignal des zweiten Injektors 11 etwas verändert, in dem die Aufladezeit verlängert wird und die Ansteuerungsdauer. Dies wird erreicht, in dem das Ende der Aufladezeit bei t_2 unverändert bleibt. Die Ansteuerdauer setzt sich zusammen aus der Ladezeitdauer (Aufladezeitdauer und Entladezeitdauer) und dem Zeitraum zwischen
20 den beiden Signalen. Der frühe Beginn des Aufladevorgangs führt zu einer früheren Überwindung des Leerhubs und damit zu einer schnelleren Ansteuerung des Ventils. Zu dem bewirkt der längere Ladevorgang eine Vergrößerung des maximalen Ventil-
25 hubs (von 16 auf 16'), d.h. von $40\mu\text{m}$ auf über $50\mu\text{m}$, wie in den Figuren 2A und 2B gezeigt ist. Ebenfalls durch die Veränderung des Ansteuerungssignals des zweiten Injektors verschiebt sich das Aktorsignal S2 zu einem früheren Zeitpunkt, so dass die Aktorsignale S1 und S2 nunmehr näher beieinander
30 sind als in Figur 2A.

In Figur 2C ist im Unterschied zur Figur 2B lediglich das Ladesignal 11'''' nochmals verlängert worden (Beginn jetzt bei

t_0), ohne dabei das Ende (t_2) dieses Ladesignals zu verändern. Dadurch wird selbstverständlich die Ansteuerdauer verlängert. Durch dieses besondere Ladesignal 11'''' erfolgt der Ventilhub des zweiten Injektors zeitgleich zum Ventilhub des ersten Injektors, so dass die Hübe im unteren Bereich der Figur 2C nicht mehr auseinander zu halten sind. Durch die Anpassung der Ansteuerungsdauer und der Aufladezeitdauer kann der Ventilhub der einzelnen Injektoren angepasst werden, so dass die Aktorsignale S1 und S2 zeitgleich erfolgen. Unter dieser Gleichzeitigkeit ist zu verstehen, dass das Aktorsignal des ersten Injektors, bei einem bestimmten Kurbelwellenwinkel des Kolbens bezogen auf den oberen Totwinkel des Kolbens erfolgt und entsprechend das Aktorsignal des zweiten Injektors bei dem gleichen Kurbelwellenwinkel bezogen auf seinen oberen Totpunkt des Kolbens erfolgt.

Bei jedem Regelungszyklus 6 werden die zuletzt gespeicherten Adaptionswerte bzw. Korrekturfaktoren von den neu ermittelten überschrieben, wodurch insbesondere die zwischenzeitlich aufgetretenen Alterungserscheinungen der Einspritzvorrichtung, die eventuell zu veränderten Streuungen bezüglich der Einspritzmengen in die verschiedenen Brennräume führen, Berücksichtigung finden.

Optional ist es an dem eingestellten Betriebs- und aufgrund der Kenntnis des Motorbetriebszustandes (Temperatur des Kühlwassers, aktive Verbraucher) möglich, aus dem Drehmomentenmodell den Absolutwert der Einspritzmenge herauszulesen und etwa für die exakte Kalibration des Kennfeldes Einspritzmengen zu verwenden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Gleichstellung der Einspritzmengenunter-
schiede zwischen den Zylindern einer Brennkraftmaschine, bei
5 dem für verschiedene Betriebspunkte der Brennkraftmaschine
für mindestens einen gewählten Einspritzparameter eine Adap-
tion der Einspritzmengenunterschiede durchgeführt wird, wobei
während der Adaption die Dynamik eines ausgewählten Betriebs-
punktes begrenzt (Schritt 3) wird, dadurch gekennzeichnet,
10 dass für den ausgewählten Betriebspunkt die Einspritzmengen-
unterschiede bestimmt und als Adaptionswerte (Schritt 6) ge-
lernt werden, die dem jeweiligen Einspritzparameterwert zuge-
ordnet werden, und dass zur Begrenzung der Dynamik der Ein-
spritzparameter derart eingestellt wird, dass der gewählte
15 Betriebspunkt im wesentlichen stationär bleibt.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die gelernten Adaptionswerte zur
Berechnung von zylinderindividuellen Korrekturfaktoren die-
20 nen, mit denen mindestens ein Ansteuerparameter einer Ein-
spritzvorrichtung der Brennkraftmaschine derart beaufschlagt
wird, dass eine Gleichstellung der Einspritzmengen, Ein-
spritzverläufe und des hydraulischen Einspritzbeginns er-
folgt.

25 3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Einspritzvorrichtung für je-
den Zylinder durch einen Injektor mit piezoelektrischem Aktor
gebildet wird, wobei als Ansteuerparameter die Ansteuerdauer,
30 der Ansteuerzeitpunkt und/oder die Aufladezeitdauer herange-
zogen werden.

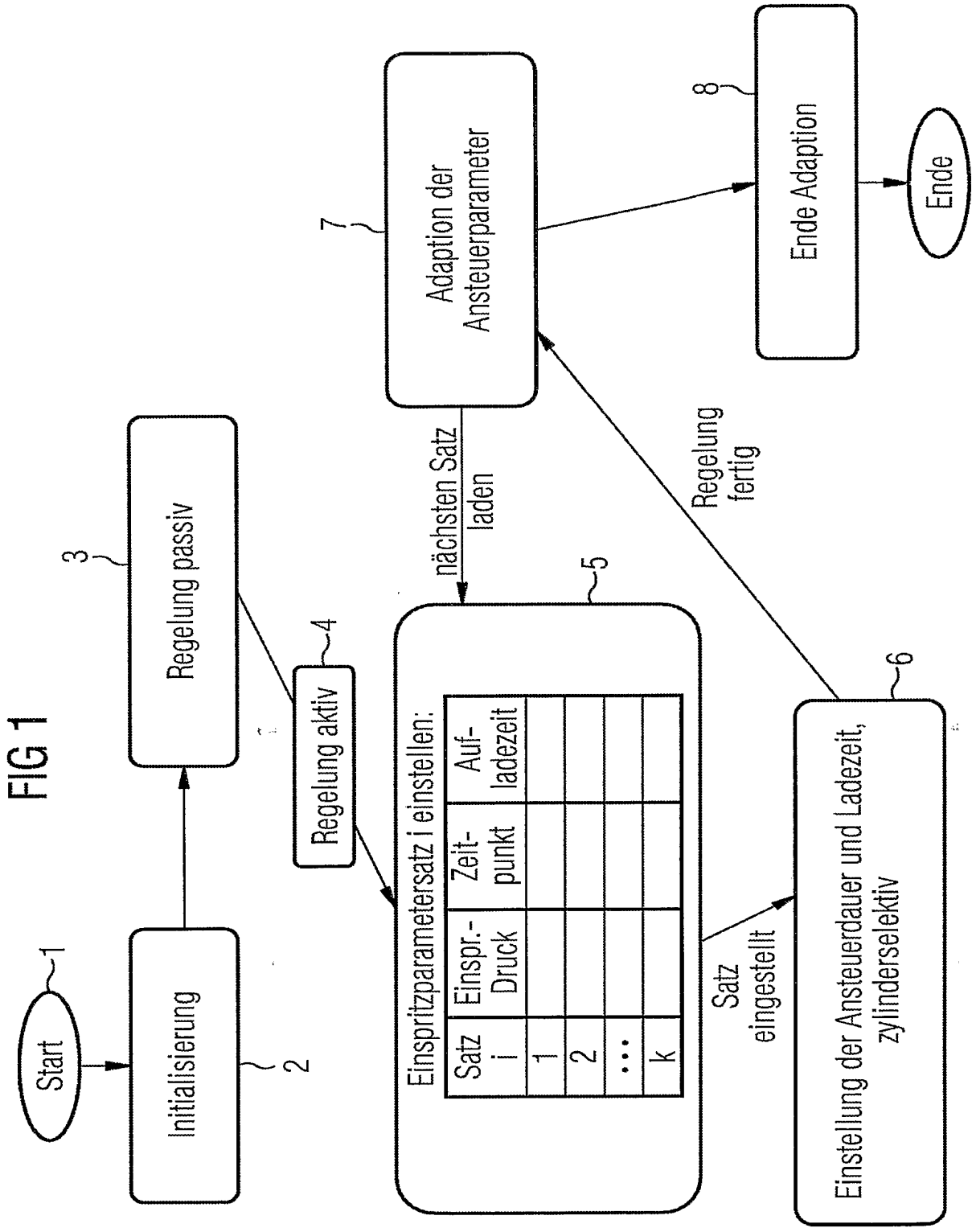
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Zylinder der Beginn (t_3) der Entladung des entsprechenden piezoelektrischen Aktors zum selben Kurbelwellenwinkel bezogen auf den oberen Totpunkt des entsprechenden Kolbens der Brennkraftmaschine, erfolgt.

5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden Zylinder das Ende (t_2) der Aufladung des entsprechenden piezoelektrischen Aktors zum selben Kurbelwellenwinkel, bezogen auf den oberen Totpunkt des entsprechenden Kolbens der Brennkraftmaschine, erfolgt.

6. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Entladezeitdauern ($10''$, $11''$) aller Aktoren gleich sind.

7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Beginn und die Dauer der Aufladung des piezoelektrischen Aktors derart eingestellt wird, dass das erzeugte Aktorsignal ($S1$, $S2$) für jeden Injektor zum selben Kurbelwellenwinkel, bezogen auf den oberen Totpunkt des entsprechenden Kolbens der Brennkraftmaschine, erfolgt.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich der ausgewählte Betriebspunkt im Leerlauf-, Teillast- oder Volllastbereich befindet.



2/2

FIG 2A

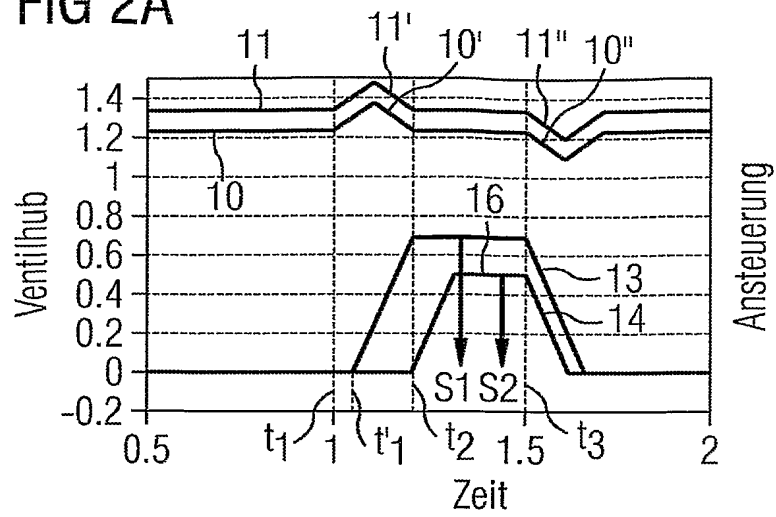


FIG 2B

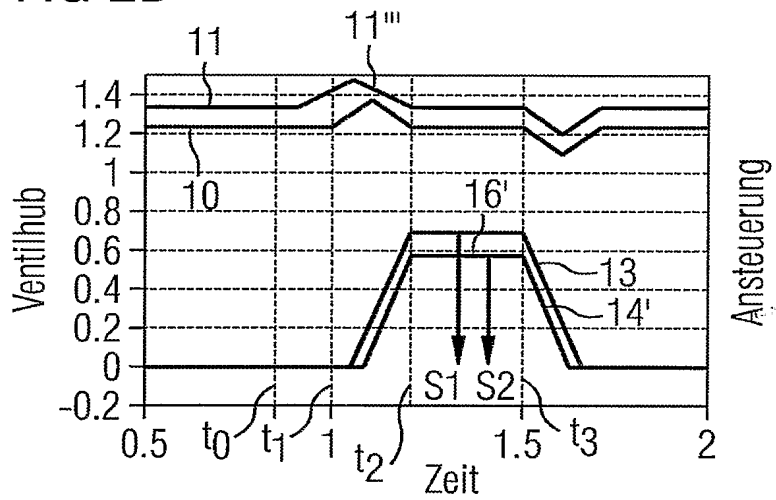
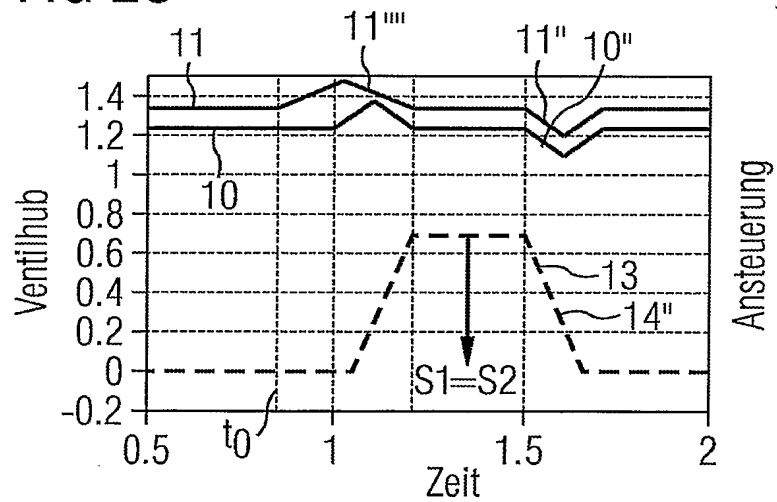


FIG 2C



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050407

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02D41/24 F02D41/14 F02D41/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 590 907 A (TSUKAMOTO ET AL) 27 May 1986 (1986-05-27) column 1, line 9 - line 26	1
Y	DE 197 20 009 A1 (SIEMENS AG, 80333 MUENCHEN, DE; SIEMENS AG) 19 November 1998 (1998-11-19) page 2, line 34 - page 3, line 41	1
A	DE 198 55 939 A1 (FEV MOTORENTECHNIK GMBH & CO. KG, 52078 AACHEN, DE) 24 June 1999 (1999-06-24) claim 1	1
A	DE 100 12 025 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18 October 2001 (2001-10-18) abstract	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 May 2005

Date of mailing of the international search report

10/05/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

De Vita, D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/050407

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 132 600 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 12 September 2001 (2001-09-12) abstract -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/050407

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4590907	A	27-05-1986	JP 1653653 C JP 3019382 B JP 60184948 A	30-03-1992 14-03-1991 20-09-1985
DE 19720009	A1	19-11-1998	NONE	
DE 19855939	A1	24-06-1999	JP 11280530 A	12-10-1999
DE 10012025	A1	18-10-2001	AU 3914501 A CN 1364216 A WO 0169066 A1 DE 10190969 D2 DE 50101962 D1 EP 1179130 A1 JP 2003527527 T MX PA01011465 A	24-09-2001 14-08-2002 20-09-2001 20-06-2002 19-05-2004 13-02-2002 16-09-2003 30-08-2002
EP 1132600	A	12-09-2001	DE 10011690 A1 DE 50102508 D1 EP 1132600 A2	20-09-2001 15-07-2004 12-09-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050407

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F02D41/24 F02D41/14 F02D41/34

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 590 907 A (TSUKAMOTO ET AL) 27. Mai 1986 (1986-05-27) Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 26	1
Y	DE 197 20 009 A1 (SIEMENS AG, 80333 MÜNCHEN, DE; SIEMENS AG) 19. November 1998 (1998-11-19) Seite 2, Zeile 34 - Seite 3, Zeile 41	1
A	DE 198 55 939 A1 (FEV MOTORENTECHNIK GMBH & CO. KG, 52078 AACHEN, DE) 24. Juni 1999 (1999-06-24) Anspruch 1	1
A	DE 100 12 025 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18. Oktober 2001 (2001-10-18) Zusammenfassung	1
	----- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Mai 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10/05/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

De Vita, D

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 132 600 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 12. September 2001 (2001-09-12) Zusammenfassung -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050407

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4590907	A	27-05-1986	JP 1653653 C	30-03-1992
			JP 3019382 B	14-03-1991
			JP 60184948 A	20-09-1985
DE 19720009	A1	19-11-1998	KEINE	
DE 19855939	A1	24-06-1999	JP 11280530 A	12-10-1999
DE 10012025	A1	18-10-2001	AU 3914501 A	24-09-2001
			CN 1364216 A	14-08-2002
			WO 0169066 A1	20-09-2001
			DE 10190969 D2	20-06-2002
			DE 50101962 D1	19-05-2004
			EP 1179130 A1	13-02-2002
			JP 2003527527 T	16-09-2003
			MX PA01011465 A	30-08-2002
EP 1132600	A	12-09-2001	DE 10011690 A1	20-09-2001
			DE 50102508 D1	15-07-2004
			EP 1132600 A2	12-09-2001